

## SPECIFICATION

## 1. Title of the Invention

## MAGNETRON

## 2. What is claimed is:

1. A magnetron characterized in that the distance between inner and outer strap rings alternately connected with anode wing pieces is within the range of 1.1mm to 1.5mm and the axial height of the strap rings is within the range of 1.5mm to 2.5mm.

## 3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a magnetron having improved efficiency.

As shown in FIG. 1, the magnetron includes a hot cathode 1 arranged in a magnetic field in parallel with the magnetic field, and a cylindrical anode 2 coaxially arranged to surround the hot cathode 1. The magnetron is designed to generate microwave power by applying a direct current high pressure between the cathode and the anode and generating bunching action in a hot electron generated in the hot cathode 1 toward the anode 2 to perform cycloid motion. Efficiency of the power input at the direct current high pressure turning to the power externally propagated from an output antenna through the microwave is obtained by a multiplying electron efficiency and circuit efficiency. The electron efficiency is determined by efficiency of direct current power turning to microwave power inside the magnetron. In other words, the electron efficiency is determined by subtracting a loss value of kinetic energy of electrons due to thermal loss when the electrons reach the anode 2 while orbiting. Meanwhile, the circuit efficiency is determined by efficiency when the generated microwave is propagated from a cavity resonator 4 provided in the anode 2 to an output antenna 3. In other words, the circuit efficiency is obtained by subtracting copper loss due to microwave current applied to an inner wall of the cavity resonator 4.

In the present invention, it is intended to improve efficiency of the magnetron by improving the circuit efficiency.

The circuit efficiency is determined by copper loss in the cavity resonator 4. The cavity resonator 4 includes anode wing pieces 5, 5,... radially fixed to the inner circumference of the anode 2 at even numbered constant intervals, and strap rings 6,

6,... in pairs provided to make voltages of the wing pieces equal to one another. The wing pieces are alternately provided. The copper loss of the cavity resonator 4 is divided into copper loss due to current applied to the inner wall of the resonator and copper loss due to current applied to the strap rings. Generally, the copper loss in the strap rings is greater than that in the cavity resonator. To reduce the copper loss, it is required that Q of the cavity resonator, i.e., a direct current resistance ratio  $\omega L/R$  of a resonator reactance in resonant frequency be increased.

$Q_r$  of the cavity resonator having no strap ring is obtained as follows.

$$Q_r = 2 \frac{A}{\delta \cdot P}$$

wherein, A is a sectional area perpendicular to an axis of the anode of the cavity resonator 4,  $\delta$  is the permeation depth of the microwave determined by material of the anode and frequency, and P is the length of the inner circumference of the cavity resonator 4.)

Further,  $Q_s$  of the strap rings is given by  $Q_s = b/\delta$  (wherein, b is the distance between the strap rings).

Further,  $Q_u$  of the cavity resonator is obtained from  $Q_r$  of the cavity resonator having no strap ring and  $Q_s$  of the strap rings. In other words,  $Q_u$  of the cavity resonator can be expressed as follows.

$$\frac{1}{Q_u} = \frac{1}{Q_r} \sqrt{\frac{Q_r}{O_T}} + \frac{1}{2Q_s} \sqrt{\frac{O_s}{O_T}}$$

wherein,  $O_s$  is capacitance between the inner and outer strap rings and  $O_r$  is capacitance of the cavity resonator, and  $O_T = O_r + O_s$ .

In the present invention, efficiency of the magnetron is improved by reducing the copper loss in the strap rings using  $Q_s = b/\delta$  of the strap rings. In the above expression, it is noted that  $\delta$  is a predetermined value but  $Q_s$  increases in proportion to the distance b between the inner and outer strap rings to reduce the copper loss. However, if the distance b is simply increased, the capacitance  $O_s$  is reduced so that the resonant frequency may be varied from a predetermined value. The capacitance can constantly be maintained by increasing the axial height m of the strap rings considering that the axial height m does not affect other factor of the capacitance of the strap rings, i.e.,  $Q_s$ . As shown in FIG. 2, the strap rings 6, 6 are fixed to grooves 7, 7 of the strap rings formed at the wing pieces 5. The strap rings

in pairs are coaxially arranged at both ends of the anode to make potentials of the alternate wing pieces equal to one another. The wing pieces are alternately connected with the strap rings. The grooves 7 are formed in a stepped shape by combination of a portion 7' fixed to the strap rings and a portion '' passing through the strap rings at intervals. To increase the height m of the strap rings, the grooves 7 should be formed deeply. If the depth of the grooves 7 is too deep, the distance 1 between both bottoms of the grooves is reduced, thereby resulting in that retaining force of the front end of the wing pieces 5 becomes weak to cause distortion. Since the height h of the wing pieces 5 is 9 to 10mm in case of the standard magnetron, the distance 1 between both bottoms of the grooves is required within the range of at least 4mm to maintain strength. For this reason, the notching length is within the range of  $10\text{mm}-4\text{mm}=6\text{mm}$ , and the depth d of the grooves 7 has the maximum range of 3mm. If the depth of the grooves 7 is 3mm, the maximum height of the strap rings 6 received in the grooves is 2.5mm. If the height of the strap rings is 2.5mm, the maximum dimensions b that can space the strap rings is within the range of 1.5mm.

Furthermore, while the existing distance b between the strap rings has been within the range of 0.6mm to 0.8mm, the distance b of 1.1mm or greater is required to improve efficiency. To give a predetermined resonant frequency to the magnetron having strap rings 6 arranged at intervals of 1.1mm, the strap rings 6 require the height of 1.5mm or greater.

The distance b between the strap rings is determined within the range of 1.1mm to 1.5mm by the above condition. The height m of the strap rings is determined with the range of 1.5mm to 2.5mm in comparison with the existing range of 0.8mm to 1.1mm so as to match the resonant frequency in response to the distance b. By changing the dimensions of the strap rings as above, in the present invention, the circuit efficiency can be improved from 92% to 95%, thereby remarkably improving the whole efficiency of the magnetron.

#### 4. Brief Description of the Drawings.

FIG. 1 is a plane view illustrating an electrode portion of a magnetron and FIG. 2 is a side view of anode wing pieces illustrating a fixation shape of strap rings.

4: cavity resonator, 5: anode wing pieces, 6: strap rings, 7: grooves, b: distance between strap rings, m: height of strap rings.

## AMENDMENTS

1. Claims are amended as appendix.
2. In the specification, page 5, lines 6 to 12 [metal material....] are omitted.
3. In the specification, page 6, line 7 [4... coating layer] is omitted.
4. In the drawings, FIG. 2 is amended as appendix.

## APPENDIX

In a method for fabricating an anode of a magnetron, the magnetron including a plurality of veins radially arranged inside a cylindrical anode and a microwave output antenna arranged at a proper position of the veins, the method comprising the step of forming the anode using an aluminum alloy, the cylindrical anode, the veins and the antenna being provided in a single body.

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭56-149750

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>H 01 J 23/22  
25/50

識別記号

庁内整理番号

7735-5C  
7735-5C

⑬ 公開 昭和56年(1981)11月19日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ マグネトロシ

⑮ 特 願 昭55-54801

⑯ 出 願 昭55(1980)4月23日

⑰ 発 明 者 外河善

大阪市北区梅田1丁目8番17号  
新日本電気株式会社内

⑱ 発 明 者 中村吉孝

大阪市北区梅田1丁目8番17号  
新日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 新日本電気株式会社

大阪市北区梅田1丁目8番17号

⑳ 代 理 人 弁理士 江原省吾

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

マグネトロシ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 陽極翼片を一個置きに配置している内筒と外筒とのストラップリングの間隔を  $1/2\pi$  以上  $1/3\pi$  以下とし、ストラップリングのマグネトロシ軸方向の高さを  $1/3\pi$  以上  $2/3\pi$  以下としたことを特徴とするマグネトロシ。

## 3. 発明の詳細な説明

この発明はマグネトロシの効率向上に関するものである。

マグネトロシは、第1図に示すように磁界中に、これと平行に配列した熱陰極(1)と、これを囲む円筒状の陽極(2)を同軸状に配置し、この両電極間に直流高圧を加え、熱陰極(1)から発生し陽極(2)に向う熱電子に集束作用を起させてサイクロイド運動を行わせ、マイクロ波電力を発生するようにしたものである。そして直流高圧で入力された電力がマイクロ波となつて出力アン

テナから外部に伝搬された電力となる効率、電子効率と回路効率の積によつて与えられる。而して電子効率は直流電力がマグネトロシ内部でマイクロ波電力に変換される効率、すなわち電子が周回運動をしつづ陽極(2)に到達する際に、電子が持つ運動エネルギーが熱損失となつて失われる量を差し引いた値によつて決められる。一方回路効率は、発生したマイクロ波が陽極(2)に設けられた空洞共振器(4)から出力アンテナ(5)に伝搬される際の効率、すなわち空洞共振器(4)内腔を流れるマイクロ波電流による銅損を差し引いた量によつて与えられる。

この発明は、上記回路効率を改善することによりマグネトロシ全体の効率を向上しようとするものである。

回路効率は空洞共振器(4)における銅損によつて決められる。空洞共振器(4)は円筒状の陽極(2)の内周面に偶数枚等間隔放射状に固設された陽極翼片(6)、(6)・・・と、各陽極翼片(6)、(6)・・・の一枚おきのものの電圧を等しくする2個一組

のストラップリング(8)、(6)によつて構成されている。そして、空胴共振器(4)における銅損は共振器内腔を流れる電流による銅損と、ストラップリング(6)、(6)を流れる電流による銅損とに分かれ、一般にストラップリング内での銅損の方がかなり大きい。銅損を減少させるには、空胴共振器(4)の $Q$ 、すなわち、共振周波数における共振リアクタンスの直流抵抗に対する比 $Q_L/R$ を大きくすればよい。

ここでストラップリングを付けない空胴共振器の $Q_r$ は、 $Q_r = 2 \frac{A}{\delta \cdot P}$  (但し $A$ は空胴共振器(4)の陽極軸と直交する方向の断面積、 $\delta$ は陽極の材質と周波数によつて決められるマイクロ波浸透深さ、 $P$ は空胴共振器(4)の内周の長さ)で与えられる。

また、ストラップリング(8)、(8)自身の $Q_s$ は $Q_s = \frac{b}{\delta}$  (但し、 $b$ は大小のストラップリングの間隔)で与えられる。

また、空胴共振器全体の $Q_u$ は、ストラップリングをつけない空胴共振器(4)のみの $Q_r$ と、スト

(3)

することにより、同一の静電容量を与えるようにする。ところで、ストラップリング(8)、(8)は第2図に示すようにマグネトロン陽極翼片(6)に穿設されたストラップリングの取付溝(7)、(7)に固設される。ストラップリングは1つおきの陽極翼片(6)、(6)、…の電位を等しくするために、内側と外側との2個のストラップリング(8)、(8)の組を陽極(2)の両端に夫々同心に配置し、陽極翼片(6)、(6)、…を一つおきに接続している。取付溝(7)はストラップリングが固設される部分(7)とストラップリングを隙間を取つて挿通させる部分(7)の組合せにより段付の溝に形成されている。そして、ストラップリング(8)、(8)の高さ $h$ を大きくしようとすれば、必然的にこの段付の取付溝(7)、(7)を深くしなければならないが、深くし過ぎると、取付溝(7)、(7)の底部の間隔(4)が小さくなり、陽極翼片(6)の先端部の保持力が弱くなり、変形し易くなる。陽極翼片(6)の高さ(4)は標準のマグネトロンでは $7 \sim 10$ mmであるので取付溝(7)、(7)の底の間隔(4)は少なくとも

(5)

ストラップリング自身の $Q_s$ とから求められる。すなわち、空胴共振器全体の $Q_u$ は

$$\frac{1}{Q_u} = \frac{1}{Q_r} \sqrt{\frac{Q_r}{Q_s}} + \frac{1}{2Q_s} \sqrt{\frac{Q_r}{Q_s}} \quad (\text{但し、} Q_s \text{は内側と外側の}$$

ストラップリング間の静電容量、 $Q_r$ は空胴共振器のみの静電容量、 $Q_T = Q_r + Q_s$ )で与えられる。

この発明はストラップリング(8)、(8)の $Q_s$ が $Q_s = \frac{b}{\delta}$ で与えられることを利用して、ストラップリングにおける銅損の減少により効率の改善を図つたものである。上式において、 $\delta$ は一定の値であるが内側と外側とのストラップリング(8)、(8)の間隔 $b$ を大きくすれば、これに比例して $Q_s$ が増大して銅損が減少することがわかる。しかし、単に $b$ を大きくするとストラップリングの静電容量( $Q_s$ )が減少して共振周波数が所定値から変化してしまう。そこでストラップリング(8)、(8)のマグネトロン軸方向の高さ $h$ がストラップリング静電容量の他の要素すなわち $Q_r$ には影響を与えないことに着目し、これを大きく

(4)

$\theta$ は強度維持のために必要である。このことから切欠可能な長さは $1.0 \text{ mm} - \theta \text{ mm} = 0.8 \text{ mm}$ であり、段付の取付溝(7)、(7)の深さ(4)は最大 $3 \text{ mm}$ が限度である。また、段付の取付溝(7)、(7)の深さが $3 \text{ mm}$ の場合、これに収納できるストラップリング(8)の高さの最大は $2.5 \text{ mm}$ が限度であり、ストラップリングの高さが $2.5 \text{ mm}$ の時大小ストラップリング(8)、(8)を離し得る最大寸法 $b$ は $1.5 \text{ mm}$ である。

また大小ストラップリングの間隔 $b$ は従来 $0.6 \text{ mm} \sim 0.8 \text{ mm}$ 程度であつたが効率改善の効果を挙げるためには $1.1 \text{ mm}$ 以上にする必要がある。 $1.1 \text{ mm}$ の間隔のストラップリング(8)、(8)を持つマグネトロンで所定の共振周波数を与えるには、ストラップリング(8)、(8)の高さ $h$ を $1.5 \text{ mm}$ 以上にする必要がある。

以上の条件より、内側と外側とのストラップリングの間隔 $b$ は $1.1 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm}$ と定められる。また、これに対応して共振周波数を合わせるためのストラップリングの高さ $h$ は従来の

(6)

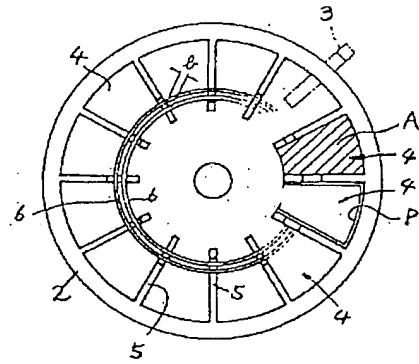
0.8 mm ~ 1.1 mm に対して 1.5 mm ~ 2.5 mm と設定される。この範囲はストツプリングの寸法を上記の如く変更した結果、回路効率を従来約 72 % 止りであつたものを 75 % 程度まで向上させて、マグネトロン全体の効率を大幅に改善することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

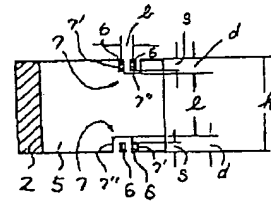
第1図はマグネトロンの電極部を示す上面図、第2図はストラップリングの取付形状を示す陽極板の側面図である。

(1)・・・空胴共振器、(2)・・・陽極板、(3)・・・ストラップリング、(4)・・・取付溝、(5)・・・ストラップリングの取付間隔、(6)・・・ストラップリングの高さ。

第1図



第2図



特許出願人 新日本電気株式会社  
代理人 江 原 省 吾

( 7 )